

平-小名浜間における小断層解析

著者	三井 忍
雑誌名	東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告
巻	67
ページ	99-116
発行年	1969-02-20
URL	http://hdl.handle.net/10097/33165

平一小名浜間における小断層解析

三 井 忍

I. はじめに

常磐炭田については古くから数多くの研究・調査がなされており、多少の問題は残っているものの、層序体系はほぼ完成されている。最近、小断層の解析を行なって応力場の復元をすることが地質構造解明の一手段として行なわれつつある。筆者もこの研究方法を平一小名浜間の地域に適用し、この地域の応力場の復元を試みた(Fig.1)。筆者はこの地域に発達する第三系最下部の石城層より最上部の下高久層まで、各層準ごとに応力解析を行なった。小断層を利用した主応力解析の方法は、さきに平山・垣見 (1965) が紹介した M. V. Gzovskii の方法を採用した。

本研究にあたり、東北大学理学部地質学古生物学教室の北村信助教授には研究当初よりあらゆる分野で格別の御指導を賜った。また、同教室の岩井淳一教授、畑井小虎教授および野田浩司博士には、たえず層位学的にあるいは古生物学的な御意見をいただいた。心から謝意を表する。さらに、石油開発公団技術部の星野一男博士からは地質構造に関する御意見、御援助を賜った。地質調査所の橋本知昌氏、同所の井波和夫氏および学友松丸国照氏には本研究を進めるに当り、機会あるごとに御援助、御忠告を受けた。以上の方々に対して厚く御礼を申上げる。

II. 地 質

本地域を含む常磐炭田全域にわたる研究は、中村新太郎 (1913) 以来数多くの 人々によってなされており、それらをもとにして、半沢 (1957) および須貝・松井 (1957) らは常磐炭田の層序区分を体系づけた。また、Kamada (1962) は常磐炭田全域の生物層序学的研究を行ない、Hatai and Kamada (1950) は貝化石の立場から、またAsano (1949) は有孔虫の立場から内郷層群（白水層群に相当）の時代論についても意見を述べている。江口・庄司 (1954) は石城層中の夾炭層は著しい周期性堆積状態を示し、岩相変化と堆積周期との間に密接な関係があることを明らかにした。また、両氏は常磐炭田における基盤の形態と炭層の発達状態との間には密接な関係があることを明らかにした (江口・庄司, 1955)。北村 (1953) は東北地方グリーンタフ地域における第三紀造構運動を論じた際、二ツ箭断層および湯の岳断層は漸新世に生じ、その後現在まで続いているとの見解を述べている。筆者は昭和 40 年以来、主として、いわき市中・北部地区の 構造地質学的調査研究を行なって来た (三井, 1967 MS)。

本地域の基盤岩類は阿武隈変成岩類および白亜系の花崗岩類からなる。これを不整合におおって第三系が重なっている (Fig.2)。

Fig. 3. に示す様に、第三系は 3 層群および中山層からなり、それぞれひとつの 沈積輪廻を示している。白水層群は常磐炭田の主要稼行炭層をもつ石城層を最下位とした海進相を示し、湯長谷層群は五安層の海進にはじまり三沢砂岩部層の海退相までの一連の堆積物からなっている。中山層は主として火山砕屑岩からなる海成層で、高久層群は上高久層を最下位とし、中山層に引続いて生じた海進相である。以下、各層について下位より概略を述べる。

石城層は約 350m の厚さを有し、その走向および傾斜は N10°W~N10°E, 約 10°E で東へ単斜した構造を示す。本層の下部は主として礫質砂岩および砂岩よりなり、泥岩、礫岩、石炭層をはさ

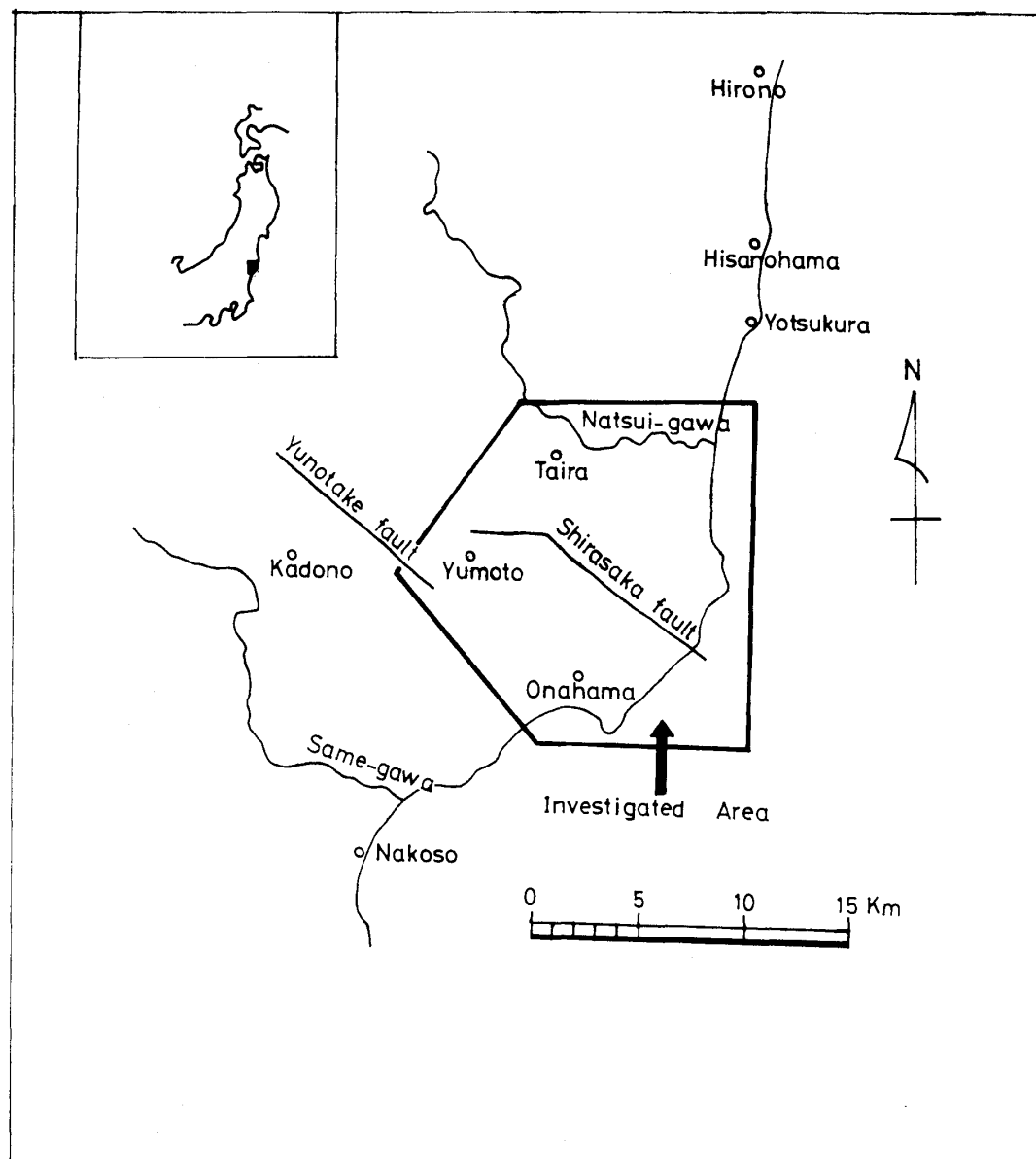


Fig.1. Index map of the locality

んでいる。砂岩は細粒～粗粒のもので、礫岩は pebble 大のものが卓越しており、礫種として粘板岩、チャート、角閃岩など先白亜系のものを含む。本層上部は細粒～中粒砂岩を主とし、亜炭あるいは石炭、泥岩および礫岩の薄層をはさむ。

浅貝層は厚さ約 130m, N-S 方向の走向で, 10°E 内外の傾斜をもって石城層の上に整合的に重なっている。岩質はそのほとんどが細粒～中粒の帯緑青灰色砂岩からなり、泥灰岩が層理面に沿って nodule 状に入っている。この砂岩中および nodule 状の泥灰岩中に多数の貝化石が含まれている。貝化石としては, *Acila (Truncacila) oyamadaensis* Hirayama, *Clinocardium asagaiense* (Makiyama), *Turritella importuna* (Yokoyama), *Yoldia (Yoldia) laudabilis* (Yokoyama), *Venericardia (Cyclocardia) tokunagai* (Yokoyama) などが産出する。

白坂層の走向・傾斜はほぼ N-S, $10^{\circ}\pm\text{E}$ で、その厚さは約 150m である。岩質は主として無層理の青灰色泥岩からなり、一般に化石に乏しい。節理の発達が著しく、風化などによって小角片に

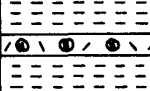
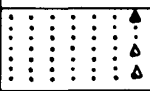

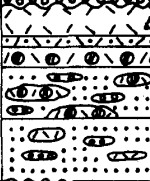



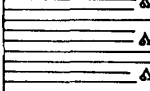
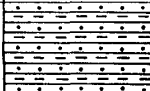
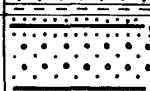

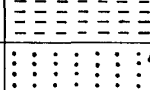
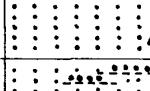
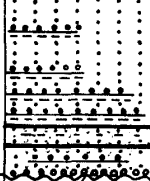
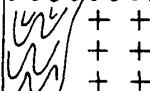
AGE	GRO-UP	FORMATION	COLUMN	ROCK CHARACTERS	
E O C E N O G E N E	TAKAKU GROUP	SHIMOTAKAKU F. 130 m		bluish gray massive or stratified siltstone with sandy pumice tuff layers	
		NUMANOUCHI F. 120 m		pale greenish gray fine sandstone with Mollusca bed in the lower part	
		KAMITAKAKU F. 110 m		yellowish brown conglomerate bearing coarse sandstone	
	YUNAGAYA GROUP	NAKAYAMA F.		whitish gray fine tuff whitish gray fine sandy tuff white sandy pumice tuff irregular alternation of conglomerate, conglom- eratic sandstone and pumice tuff irregular alternation of conglomerate, conglom- eratic sandstone and fine tuff	
		470 m MISAWA Sst. MEMBER		yellow conglomerate bearing coarse sandstone with lenses of fine tuff and tuff breccia, and with discontinuous conglomerate beds in part	
		HONYA Mudst. MEMBER		bluish gray massive mudstone	
		KAMIYATA Sst. MEMBER		alternation of mudstone and sandstone	
		KAMENO-O F. 120 m		yellow medium sandstone	
		MIZUNOYA F. 130 m		purplish gray stratified shale	
		GOYASU F. 120 m		alternation of mudstone and sandstone	
O L I G O C E N E	SHIRAMIZU GROUP	SHIRASAKA F. 150 m		fine to medium sandstone with mudst. and lignite layers conglomerate bearing coarse sandstone (lignite)	
		ASAGAI F. 130 m		gray mudstone	
		IWAKI F. 350 m		fine sandstone	
	PRE-TERT.	Basement Rock		conglomeratic sandstone and sandstone with conglomerate, mudstone and coal layers (main coal beds)	
			Abukuma metamorphic rocks	granitic rocks	

Fig.3 Composite columnar section

砕かれている場合が多い。

五安層は約 120m の厚さを有し、N 10° W, 15°~20° E の走向・傾斜で東へ単斜している。本層下部は主として礫質のアルコース砂岩からなり、一般に無層理である。礫は花崗岩、チャート、粘板岩および白坂層由来の泥岩の pebble~cobble 大のものからなる。本層上部は中粒~細粒黒雲母質砂岩からなり、泥岩および亜炭の薄層を数枚はさむ。一般に化石は乏しい。

水野谷層は層厚約 130m, N-S~N30°W, 10°±E の走向・傾斜をもつ単斜構造を示して、五安層の上位に整合的に重なっている。本層は泥岩と砂岩の互層からなり、一般に下部は泥岩が、上部は砂岩が卓越している。泥岩は暗青灰色で黒雲母を多数含んでおり、本層の特徴となっている。砂岩は中粒で青灰色の石英質および黒雲母質の砂岩である。一般に化石は乏しい。

亀ノ尾層は水野谷層を整合でおおい、その走向・傾斜は N20°~30°W, 10°±E で、約 100~200m の厚さを有する。本層は主として帯紫灰色頁岩からなり、数 10cm から数 m の粗粒砂岩をはさむ。層理は明瞭である。本地域外であるが、勿来地区においてはこの頁岩は珪藻質となっている。本層中の頁岩から、*Acila (Acila) exima*, *Acila (Acila) divaricata*, *Portlandia (Hataiyoldia) sp.*, *Lucinoma acutilineatum*, *L. otukai* などの貝化石を産する。これらの貝化石および岩質から、本層は従来深海性泥帯堆積層とみなされている。岩井淳一 (1953) は本層中に“層間異常”の現象が存在することを述べ、本層が静かな環境で堆積している間もたえずその状態がおびやかされていたとしている。

平層最下位の**上矢田砂岩部層**は亀ノ尾層と本谷泥岩部層との間に顕著に発達する砂岩層で、その厚さは 20~40m である。一般に中粒~粗粒の石英質および黒雲母質砂岩からなる。本部層の特徴は、黒色の堅い砂岩の団塊が層理面に沿って配列したり、黒色に汚染した斑点があたかも豹の斑点の様に散在していることなどである。一般に黄褐色の明るい色を呈している。

平層の中位に位置する**本谷泥岩部層**は N20°~30°W, 10°~15°E の走向・傾斜で上矢田砂岩部層を整合でおおい、その厚さは 50~100m であるが、三沢砂岩部層と指交関係にあるため層厚の変化は著しい。小名浜附近では本層の走向は N70°W~N70°E に変化しており、傾斜は 10°~20°N となっている。本層は主として塊状の泥岩からなり、貝化石を多産し、また植物化石の破片を含む。泥岩は一般に多孔質で有孔虫の溶脱した跡がみられる。本層中には石森山角礫凝灰岩部層 (渡辺, 1928) の安山岩質凝灰岩および角礫凝灰岩をレンズ状にとり込んでいる。本層からは *Venericardia (Cyclocardia) siogamensis*, *Papyridea harrimanni*, *Macoma sp.*, *Turritella (Hataiella) s-hataii* などの貝化石が産出し、浅海性を示すとされている。亀ノ尾層より本谷泥岩部層までの間に不整合が存在しないこと、亀ノ尾層が深海性を示すことより、本部層堆積時には本地域は海退の状態にあったと考えられる。

平層上位の**三沢砂岩部層**は本谷泥岩部層と指交関係にあり、N20°~30°W, 20°~35°E の走向・傾斜を示す。その厚さは本谷泥岩部層との関係もあって、50~300m に増減している。小名浜附近では走向・傾斜は N70°W~N70°E, 15°~20°N となっている。本部層は主として礫質~粗粒の砂岩からなり、一般に arkose 質で、亜炭の薄層をはさむ。砂岩は一般に sorting が悪い。本谷泥岩部層と同様、石森山凝灰角礫岩部層由来の岩石をレンズ状にとりこんでいる。本層は海退相の堆積物である。

中山層は下位の三沢砂岩部層と一部不整合関係にあり、その構造は模式地中山附近では N20°~40°W の走向、10°~15°E の傾斜をもち、小名浜附近では N70°W~N70°E の走向、15°~20°N の傾斜を示し、いづれも単斜構造を示す。本層の下部は主として granule~pebble 大の礫岩および礫質砂岩よりなり、浮石質凝灰岩および細粒凝灰岩の薄層をはさむ。礫種は安山岩が主で、その他にチャート、粘板岩、花崗岩などである。本層上部は浮石質凝灰岩、砂質凝灰岩および細粒凝灰岩などよりなり、葉理がよく発達しており、水中堆積物であることを示している。本層の厚さは中

山附近で 120~150m である。上部から *Venericardia* sp., *Mizuhopecten kimurai*, *M. kobiyamai*, *Anadara* (*Anadara*) cf. *ogawai*, *Mactra nakayamaensis*, *Venericardia siogamensis*, *Cultellus izumoensis* などの貝化石を産出する。本層には下部より上部にかけて粗粒から細粒への岩相変化が認められ、ひとつの沈積輪廻を示している。

上高久層は中山層の上位に不整合に重なり、走向・傾斜は中山層とほぼ同じである。本層は礫質および粗粒の無層理砂岩からなり、礫岩および細粒凝灰岩の薄層をはさむ。礫種は古期岩類および安山岩からなる。一般に化石は乏しい。

沼ノ内層は主として淡緑灰色細粒砂岩からなり、その厚さはほぼ 120m である。本層から *Acila* (*Acila*) *divaricata*, *Sacella confusa toyomaensis*, *Anadara* (*Anadara*) *ogawai*, *A. (A.) watanabei*, *Cultellus izumoensis jobanicus* などの貝化石を産出する。

下高久層は主として凝灰質シルト岩からなり、中・上部に浮石の碎片 (2~8cm 大) を多量に含む中粒~細粒の砂質凝灰岩をはさむ。

III. 地質構造

須貝・松井 (1957) によると、常磐炭田における高久層群以下の第三系は、地質構造の上から、双葉断層群以東の富岡地塊、双葉・二ツ箭両断層群間の双葉地塊、二ツ箭・湯の岳両断層群間の石城北部地塊、湯の岳・山田両断層群間の石城南部地塊および山田断層群以南の多賀地塊に 5 大別され、各地塊ごとに N-S~NW-SE 方向の長軸を有する盆状構造をなしている。

本地域はこれらのうちの石城北部地塊に属し、N-S~N10°W 方向に軸をもつ石城向斜の西翼をなしている。本地域の全地層はこの石城向斜の中心に向かって堆積している。

本地域の地質構造を反映させた断層に湯の岳断層と白坂断層の両断層があり、湯の岳断層は石城北部地塊と石城南部地塊を画する断層であるとともに、先第三系 (阿武隈変成岩類および花崗岩類) と第三系を画する大断層で、湯の岳山地南側の急斜面に沿って、WNW-ESE の走向で約 12km にわたって続いており、南側落ちの正断層で、落差は 250m 以内と堆定されている。

一方、白坂断層は、本地域第三系を支配した最も顕著な断層で、E-W~N60°W の走向、60°~70°S の傾斜をもつ正断層で、落差は平均 200m 内外、最大 430m 内外に及んでいる。その延長距離は約 12km に及んでいる。(Pl.1, Fig.4)

本地域の諸断層はその断層面の走向および傾斜から、星野 (Hoshino, 1965) が述べている様に、白坂 A、白坂 B、烏館、住吉 (Hoshino, 1965 の走向方向で井戸沢にあたる)、および湯本の 5 つの断層セットに大別出来る。白坂 A 断層セットは E-W, 50°~70°S, 白坂 B 断層セットは N50°~70°W, 50°~70°S, 湯本断層セットは N-S~N10°E, 53°E, 烏館断層セットは ENE~WSW, 50°~70°S の走向・傾斜をもつ正断層でいずれも gravity fault である。住吉断層セットは N10°~30°W, 40°~70°E の走向・傾斜をもつ strike-slip fault である (Figs. 4, 5, Table 1)

IV. 応力場の復元

最近、転位を伴う裂か (=小断層) をもちいて応力場の復元を行ない、その地域の地質構造との関連性を求める研究が数多くなされている (平山・垣見, 1965; 垣見・平山・影山, 1966; 藤田・沓沢・三梨, 1965; 沓沢・藤田, 1966; 小玉, 1968; Hoshino, 1967; 小松・渡辺, 1968 など)。

筆者は昭和 40 年以来、福島県いわき市中・北部地区の地質構造を主に調査して来たが (三井, 1967 MS), この地域の構造形成に関与した応力場の復元を試みるため小断層解析を行なった。筆者が主応力解析のために用いた方法は、さきに平山・垣見 (1965) が紹介した M. V. Gzovskii の方法である。その方法論については平山・垣見 (1965) が詳しく紹介しているのでここでは省略す

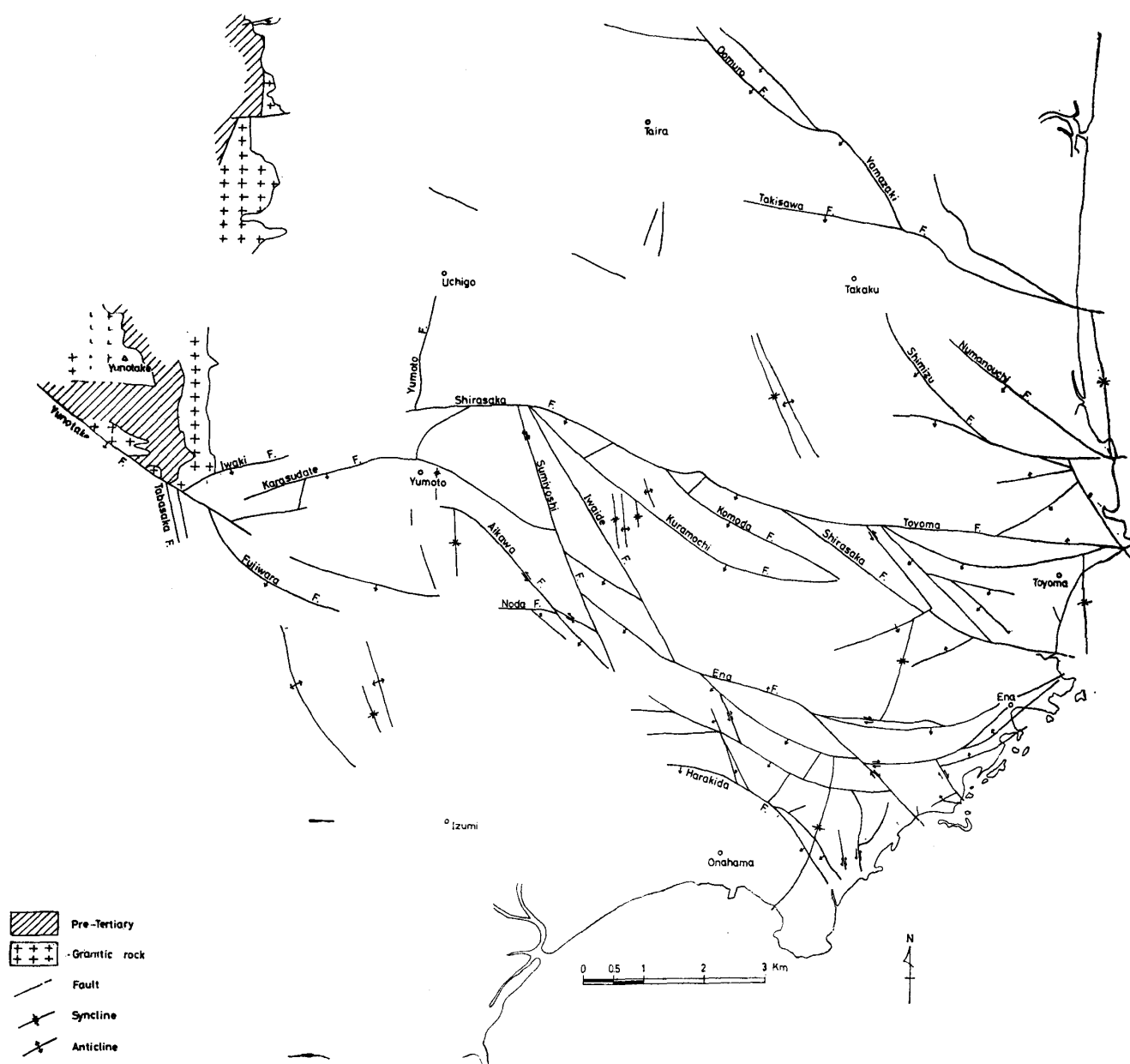


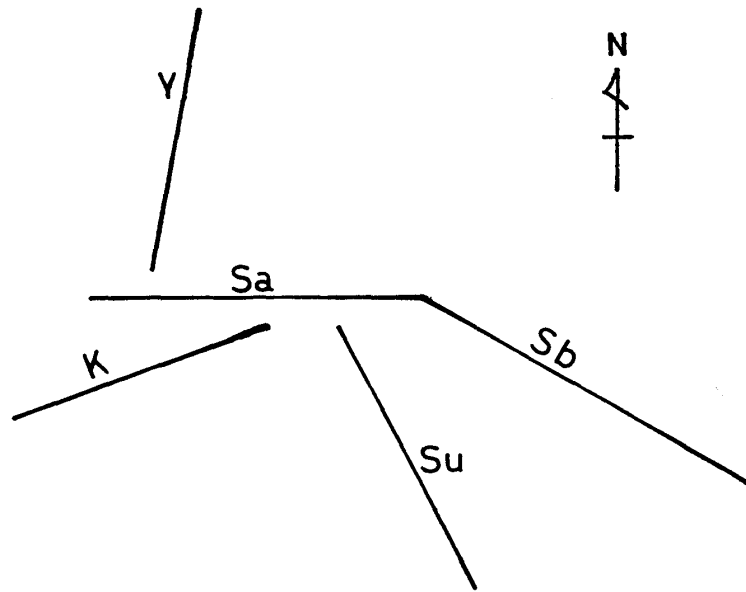
Fig. 4 Fault pattern in the central part of the Joban Coal Field

る。

平山・垣見 (1965) は実際に野外で観察する場合のせん断裂かの共軛性の指標として、次の様な点を掲げている。

- 1) セットをなす裂かの両側の転位の方法は逆である。
- 2) 裂かの方向がかわっても、共軛裂かのなす角はほぼ一定している。
- 3) 共軛セットの一方の系列に属する裂か群は、他方の系列に属する裂か群と切りつ切られたの関係にあり、一方の系列を切りっぱなし、切られっぱなしということはない。
- 4) 裂か面の性質によって共軛性の判別を助けることが出来る。

この4点のうち、場合によっては、3) の点が正確に認められないこともある。その場合は、同岩質あるいは同じ層の岩質の中で、2つの断層が数mの範囲で、1) の点を満足している場合には共



Sa : SHIRASAKA A FAULT SET

Sb : SHIRASAKA B FAULT SET

K : KARASUDATE FAULT SET

Su : SUMIYOSHI FAULT SET

Y : YUMOTO FAULT SET

Fig. 5 Diagrammatic fault pattern in the central part of the Joban Coal Field

Table 1. Character of each fault set

断層セット	走 向	傾 斜	主 要 断 層 名	性 質
白 坂 A	E-W	50°~70°S	白坂, 江名, 野田	dip slip の断層, 最大落差 250m
白 坂 B	N50~70W	50°~70°S	白坂, 米田, 原木田, 清水, 沼ノ内	dip slip の断層, 最大落差 430m
烏 館	ENE~WSW	60°~70°S	烏館, 石城, 江名	dip slip の断層, 最大落差 380m
住 吉	N10~30W	40°~70°E	住吉, 相川, 岩出	dip slip 又は strike slip の断層, 最大落差 290m (相川断層)
湯 本	N10E	53°E	湯本	dip slip の断層, 落差小

転性をもつ断層と想定して、応力解析の対称に入れた。また、1) および 3) の両点を満足する節理のうち、その近くに走向方向が平行な断層が存在する場合、その節理を shear joint として考え、やはり主応力解析の手助けとした。

IV-1. 応力解析 (Fig. 6, Table 2 参照)

A. 白坂断層以北

Loc. no.	Formation	Conjugate Set		Principal stress			Shear angle (2θ)	
				σ_1	σ_2	σ_3		
I-5	中	山	207 \angle 65	93 \angle 80	62 \angle 8	166 \angle 58	327 \angle 30	73
I-6	亀ノ	山	333 \angle 65	205 \angle 60	356 \angle 2	266 \angle 40	92 \angle 50	74
I-7	石	城	3 \angle 88	163 \angle 60	354 \angle 13	94 \angle 32	242 \angle 55	39
I-8	水野	谷	328 \angle 70	115 \angle 78	131 \angle 2	36 \angle 44	224 \angle 46	46
I-9	下高	久	33 \angle 65	204 \angle 50	29 \angle 6	121 \angle 6	246 \angle 82	66
I-10	下	久	43 \angle 70	203 \angle 50	34 \angle 8	128 \angle 16	274 \angle 72	63
I-11	亀	山	283 \angle 50	113 \angle 69	108 \angle 10	200 \angle 8	330 \angle 78	61
I-12	亀ノ	山	73 \angle 45	243 \angle 70	248 \angle 12	156 \angle 6	42 \angle 76	65
I-13	中	山	13 \angle 58	153 \angle 55	354 \angle 2	84 \angle 28	261 \angle 62	76
I-14	本	谷	8 \angle 70	213 \angle 70	20 \angle 0, 200 \angle 0	291 \angle 30	110 \angle 60	47
I-15	下	久	23 \angle 80	223 \angle 70	32 \angle 4	301 \angle 32	130 \angle 58	36
I-16	中	山	21 \angle 70	143 \angle 68	176 \angle 2	84 \angle 50	261 \angle 40	70
I-17	下	久	3 \angle 88	193 \angle 65	8 \angle 10	275 \angle 18	130 \angle 68	28
I-18	本	三	23 \angle 80	193 \angle 50	19 \angle 14	112 \angle 8	228 \angle 72	50
I-19	本	三	83 \angle 50	193 \angle 70	224 \angle 12	122 \angle 42	327 \angle 46	88
I-20	中	山	346 \angle 80	161 \angle 55	344 \angle 12	74 \angle 6	190 \angle 78	46
I-21	中	山	333 \angle 60	143 \angle 60	148 \angle 0, 328 \angle 0	58 \angle 8	238 \angle 82	60
I-22	中	山	323 \angle 65	153 \angle 50	328 \angle 6	238 \angle 6	102 \angle 82	68
I-23	本	谷	23 \angle 80	213 \angle 80	28 \angle 0	298 \angle 24	118 \angle 66	22
T-1	沼ノ	内	7 \angle 86	145 \angle 78	348 \angle 4	86 \angle 66	256 \angle 23	44
T-2	沼	内	331 \angle 78	197 \angle 72	353 \angle 2	256 \angle 54	86 \angle 34	54
T-3	沼ノ	内	353 \angle 84	216 \angle 81	14 \angle 2	280 \angle 70	105 \angle 20	44
T-4	下	久	11 \angle 75	201 \angle 76	196 \angle 1	287 \angle 14	106 \angle 77	31
T-5	下	久	358 \angle 78	163 \angle 60	349 \angle 18	84 \angle 16	231 \angle 72	44
T-6	中	山	358 \angle 72	163 \angle 66	352 \angle 2	82 \angle 18	250 \angle 72	45
T-7	中	山	13 \angle 76	211 \angle 66	23 \angle 4	291 \angle 22	124 \angle 68	42
T-8	中	山	355 \angle 70	167 \angle 60	350 \angle 5	81 \angle 6	221 \angle 82	50
T-9	三	山	60 \angle 80	191 \angle 66	36 \angle 6	136 \angle 54	303 \angle 36	58
T-10	下	久	343 \angle 52	138 \angle 70	149 \angle 7	55 \angle 20	263 \angle 69	62
T-11	三	山	10 \angle 64	140 \angle 63	166 \angle 0, 346 \angle 0	76 \angle 40	256 \angle 50	72
T-13	三	山	81 \angle 52	210 \angle 76	232 \angle 13	132 \angle 38	338 \angle 48	70
T-15	本	谷	344 \angle 74	196 \angle 66	0 \angle 4	267 \angle 36	95 \angle 54	50
T-16	本	谷	322 \angle 60	198 \angle 77	172 \angle 9	272 \angle 48	74 \angle 41	68
T-17	水野	谷	15 \angle 58	178 \angle 73	184 \angle 8	93 \angle 18	296 \angle 71	52
T-18	水	谷	12 \angle 72	235 \angle 70	34 \angle 1	303 \angle 46	124 \angle 44	58
T-19	水	谷	7 \angle 70	162 \angle 60	356 \angle 2	87 \angle 24	258 \angle 67	54
T-20	三	山	26 \angle 72	162 \angle 72	182 \angle 2	91 \angle 48	274 \angle 42	57
T-21	上	久	340 \angle 68	194 \angle 72	178 \angle 2	269 \angle 38	87 \angle 52	52
T-22	本	谷	323 \angle 70	168 \angle 77	154 \angle 2	245 \angle 30	58 \angle 60	38
T-23	水	谷	20 \angle 65	180 \angle 50	12 \angle 4	103 \angle 14	264 \angle 76	67
T-23	亀	山	330 \angle 60	210 \angle 60	180 \angle 1	272 \angle 40	90 \angle 50	81
T-24	水	山	346 \angle 71	188 \angle 61	356 \angle 5	264 \angle 24	98 \angle 66	53
T-25	亀	山	36 \angle 74	213 \angle 74	212 \angle 10	124 \angle 4	12 \angle 80	51
T-26	上	山	18 \angle 58	201 \angle 68	200 \angle 5	290 \angle 2	38 \angle 86	54
			17 \angle 75	195 \angle 75	196 \angle 0, 16 \angle 0	106 \angle 2	286 \angle 88	30
T-27	本	山	335 \angle 65	170 \angle 70	162 \angle 2	253 \angle 17	67 \angle 73	48
T-28	中	山	5 \angle 56	191 \angle 70	189 \angle 8	280 \angle 6	56 \angle 82	54
T-28	中	山	7 \angle 82	167 \angle 78	358 \angle 2	90 \angle 44	266 \angle 48	28
T-29	中	山	333 \angle 82	176 \angle 66	344 \angle 8	249 \angle 32	86 \angle 58	38
	三	山	9 \angle 64	145 \angle 82	164 \angle 8	64 \angle 50	264 \angle 40	55
T-30	三	山	337 \angle 54	155 \angle 62	157 \angle 4	66 \angle 2	296 \angle 86	64
T-31	中	山	358 \angle 74	202 \angle 64	8 \angle 4	277 \angle 26	106 \angle 64	48
T-32	中	山	340 \angle 66	173 \angle 72	168 \angle 4	258 \angle 16	66 \angle 74	45
T-33	中	山	11 \angle 62	173 \angle 85	181 \angle 12	86 \angle 26	294 \angle 61	38
T-34	中	山	338 \angle 72	195 \angle 67	356 \angle 2	264 \angle 40	86 \angle 51	52
K-3	上	山	358 \angle 58	188 \angle 72	183 \angle 6	274 \angle 10	62 \angle 78	50

Table 2. Statistical relationship of the fault sets at the respective localities

われる節理の解析を行なったものであるが、 σ_1 は $166/0$ または $346/0$ 、 σ_2 は $76/40$ 、 σ_3 は $256/50$ の値を示し、 σ_1 は南北方向、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いていることを示している。T-11 の共軛性を示すと思われる節理は、 $N80^\circ W$ 、 $64^\circ N$ および $N50^\circ E$ 、 $63^\circ S$ である。T-11 近くにはほぼ $N80^\circ W$ 方向の山崎断層があり、少なくとも、 $N80^\circ W$ 、 $64^\circ N$ 方向の節理は shear joint としてみなしてさしつかえないと思われる。 $N50^\circ E$ 、 $63^\circ S$ の節理は $N80^\circ W$ 、 $64^\circ N$ の節理と切りつ切りられつに関係にあることより、shear joint として考えてもよいと思われる。よって、T-11 は共軛性をなすものと認めて応力解析をしても矛盾はないと考える。T-1 および T-2 は沼ノ内層の節理から求めたものであるが、この附近には節理の走向とほぼ平行した走向をもつ清水断層 ($N60^\circ W$ 走向) およびその派生断層 ($N70^\circ W \sim E-W$ 走向) があり、T-11 と同様に、これらの節理は shear joint と考えられる。それらを解析した所、T-1 は、 σ_1 は $348/4$ 、 σ_2 は $86/66$ 、 σ_3 は $256/23$ を示し、T-2 は σ_1 は $353/2$ 、 σ_2 は $256/54$ 、 σ_3 は $86/34$ を示し、両者とも σ_1 はほぼ南北方向、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いているのが認められる。I-10 は下高久層中の小断層から求めたもので、 σ_1 は $34/8$ 、 σ_2 は $128/16$ 、 σ_3 は $274/72$ を示し、 σ_1 は NNE-SSW 方向、 σ_2 は WNW-ESE 方向、 σ_3 はほぼ東西方向に働いているのが認められる。I-9 も下高久層中のもので、 σ_1 は $29/6$ 、 σ_2 は $12/6$ 、 σ_3 は $246/82$ の値を示し、 σ_1 は NNE-SSW 方向、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いている。

以上の各地点で測定されたものをまとめると、 σ_1 はほぼ南北方向 ($N20^\circ W \sim N30^\circ E$) でほぼ水平方向に、 σ_2 はほぼ東西方向 ($N70^\circ E \sim N70^\circ W$) に、 σ_3 はほぼ東西方向 ($N60^\circ E \sim N70^\circ W$) に働いているのが認められる。また、これらの各地点での断層はすべて正断層系であるが、応力の方角にもとづく成因的分類 (M. P. Billings, 1966) によると、I-6, I-7, T-11, T-26, I-10, I-9 の地点での断層は gravity fault であり、T-1, T-2 の地点での断層は走向移動断層 (strike-slip fault) である。なお、これらの地点での地層の走向・傾斜は、ほぼ $N10^\circ E \sim N30^\circ W$ 、 $10^\circ \sim 15^\circ E$ であり、T-1, T-2 を除いて、 σ_3 は地層の傾斜に対して高角度で作用している。

次に、I-14 は本谷泥岩部層中で応力解析を行なったもので、 σ_1 は $20/0$ または $200/0$ 、 σ_2 は $291/30$ 、 σ_3 は $110/60$ を示し、 σ_1 はほぼ南北方向、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いているのが認められる。T-6 は中山層中のもので、 σ_1 は $352/2$ 、 σ_2 は $82/18$ 、 σ_3 は $250/72$ の値を示し、 σ_1 は南北方向、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いている。T-3 は沼ノ内層中に発達する節理から解析したものであるが、前述の T-11 と同じ考えでもって解析を行なうと、 σ_1 は $14/2$ 、 σ_2 は $280/70$ 、 σ_3 は $105/20$ を示し、 σ_1 はほぼ南北方向、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いているのがみられる。T-4 は下高久層中に発達する小断層から求めたもので、 σ_1 は $196/1$ 、 σ_2 は $287/14$ 、 σ_3 は $106/77$ の値を示し、やはり σ_1 はほぼ南北方向、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いている。

以上の各地点で測定したものをまとめると、I-14, T-6, T-4 は、 σ_1 は南北方向 ($N10^\circ W \sim N10^\circ E$) でほぼ水平方向に、 σ_2 はほぼ東西方向 ($N70^\circ W \sim N80^\circ E$) に水平 $\sim 30^\circ$ の角度で、 σ_3 はほぼ東西方向 ($N70^\circ W \sim N70^\circ E$) に高角度 ($60^\circ \sim 80^\circ$) で作用しているのが認められ、この地点に発達する諸断層が gravity fault であることを示している。T-3 は σ_2 が高角度に作用していることより、この地点の断層は strike-slip fault であることを示している。なお、これらの地点での地層の走向・傾斜は、 $N70^\circ E \sim N70^\circ W$ 、 $10^\circ \sim 20^\circ E$ である。

以上、白坂断層以北においては、第三系最下部の石城層から最上部の下高久層までの三主応力軸の方向に共通性がみられ、 σ_1 は南北方向にほぼ水平に、 σ_2 および σ_3 は数点を除いて、 σ_2 はほぼ東西方向に低角度で、 σ_3 はほぼ東西方向に高角度で働いているのが認められる。また、地層の走向および傾斜の変化に対しても、三主応力軸の方向には変化がみられないことより、この地区におけ

る諸断層は隆起運動にともなって生じたのではないかと思われる。

B. 白坂断層以南

T-14 は石城層中の小断層を利用して応力解析をしたもので、 σ_1 は $188/13$, σ_2 は $92/28$, σ_3 は $302/59$ の値を示し、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 は東西方向に、 σ_3 は WNW-ESE 方向に働いているのが認められる。T-17 は水野谷層中のもので、 σ_1 は $184/8$, σ_2 は $93/18$, σ_3 は $296/71$ の値を示し、 σ_1 は南北方向に、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いている。同様に水野谷層中から求めたものに T-23 がある。T-23 において、 σ_1 は $12/4$, σ_2 は $103/14$, σ_3 は $264/76$ を示し、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いている。水野谷層中の shear joint と思われるものから解析したのが、T-19 (Pl. 1, Fig. 3) および、T-24 で、いずれも σ_1 が南北方向に、 σ_2 および σ_3 が東西方向に働いている。T-23 近くの亀ノ尾層中に発達する小断層より応力解析を行なうと、 σ_1 は $180/1$, σ_2 は $272/40$, σ_3 は $90/50$ の値を示し、 σ_1 は南北方向に、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いているのが認められた。K-3 は上矢田砂岩部層中のもので、 σ_1 は $183/6$, σ_2 は $274/10$, σ_3 は $62/78$ を示し、 σ_1 は南北方向、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いているのがみられる。T-16 は本谷泥岩部層中のもので、 σ_1 は $172/9$, σ_2 は $272/48$, σ_3 は $74/41$ の値を示し、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いている。I-14 は中山層中のもので、 σ_1 は $354/2$, σ_2 は $34/28$, σ_3 は $261/62$ の値を示し、 σ_1 は南北方向に、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いているのが認められる。T-20 は三沢砂岩部層中で応力解析したもので、 σ_1 は $182/2$, σ_2 は $91/48$, σ_3 は $274/42$ を示し、 σ_1 は南北方向に、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いている。T-21 は上高久層中に発達する shear joint と考えられる節理より解析したもので、 σ_1 は $178/2$, σ_2 は $296/38$, σ_3 は $87/52$ の値を示し、やはり σ_1 は南北方向に、 σ_2 および σ_3 は東西方向に働いている。

以上の各地点に発達する諸断層は、T-16 および T-20 の地点 (σ_2 が σ_3 より高角度に作用していることより strike-slip の要素をもつ) を除いて、 σ_3 が東西方向に高角度に作用しており、応力の方向にもとづく成因的分類でいう gravity fault と考えられる。

以上の各地点での各層の走向および傾斜は、N-S \sim N30°W, 10° \sim 30°E であるが、この地域においても第三系最下部の石城層より最上部の下高久層を通じて、三主応力軸の方向に一貫性が認められ、 σ_1 はほぼ南北方向 (N10°E \sim N10°W) に水平または低角度で、 σ_2 はほぼ東西方向 (N80°E \sim N80°W) に低角度で、 σ_3 はほぼ東西方向 (N65°W \sim N70°E) に高角度で作用している。

次に、I-22 は本谷泥岩部層中に発達する小断層より解析したもので、 σ_1 は $328/6$, σ_2 は $238/6$, σ_3 は $102/82$ の値を示し、 σ_1 は NW-SE に水平的に、 σ_2 は ENE-WSW にほぼ水平で、 σ_3 はほぼ東西方向に高角度で作用しているのが認められる。I-23 は I-22 と同様、本谷泥岩部層中のもので、 σ_1 は $28/0$ または $208/0$, σ_2 は $298/24$, σ_3 は $118/66$ の値を示し、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いているのが認められる。T-29 は三沢砂岩部層中のもので、 σ_1 は $164/8$, σ_2 は $64/50$, σ_3 は $264/40$ の値を示し、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 は ENE-WSW 方向に、 σ_3 はほぼ東西方向に働いている。T-30 は T-29 と同様、三沢砂岩部層中のもので、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いているのが認められる。T-27 は中山層中のもので、 σ_1 は $189/8$, σ_2 は $280/6$, σ_3 は $56/82$ の値を示し、 σ_1 はほぼ南北方向に、 σ_2 は東西方向に、 σ_3 は ENE-WNW 方向に働いている。T-33 は T-27 と同様、中山層中のもので、 σ_1 は $181/12$, σ_2 は $86/26$, σ_3 は $294/61$ を示し、 σ_1 は南北方向に、 σ_2 および σ_3 はほぼ東西方向に働いているのが認められる。T-10 は下高久層中のもので、 σ_1 は $149/7$, σ_2 は $55/20$, σ_3 は $263/69$ の値を示し、 σ_1 は NNW-SSE 方向に、 σ_2 は ENE-WSW 方向に、 σ_3 はほぼ東西方向に働いている。

以上述べて来た地点においても、三主応力軸の方向の間には一貫した共通性が認められ、そのほ

とんども、 σ_1 がほぼ南北方向 ($N30^\circ E \sim N30^\circ W$) に水平または低角度で、 σ_2 がほぼ東西方向に低角度で、 σ_3 がほぼ東西方向 ($N60^\circ E \sim N60^\circ W$) に高角度で作用しており、これらの地点での断層の殆んどが gravity fault であることを示している。一方、これらの地点での地層の走向および傾斜は $N70^\circ W \sim E-W \sim N70^\circ E, 10^\circ \sim 20^\circ N$ である。

結局、白坂断層以南においても、白坂断層以北と同様、地層の走向および傾斜の方向に無関係に第三系最下部の石城層から最上部の下高久層を通じて、三主応力軸の傾斜方位に共通性が認められる。即ち、そのほとんどが、 σ_1 は南北方向 ($N30^\circ E \sim N30^\circ W$) に水平または低角度で、 σ_2 は東西方向 ($N60^\circ W \sim N60^\circ E$) に低角度で、 σ_3 はほぼ東西方向 ($N60^\circ W \sim N60^\circ E$) に高角度で作用しているのが認められる。したがって、本地域における諸断層は、白坂断層以北におけるそれらと同様、隆起運動によって生じたものと考えられる。

結局、本地域に発達する断層は応力場の解析から判定すると、そのほとんどが gravity fault で、わずかに strike-slip fault (走向移動断層) が存在するにすぎない。したがって、これらの断層のほとんどは、本地域の相対的な隆起運動に伴って形成されたものと考えることが出来る。

IV-2. 復元された応力場から考えられる主要断層の性質

小断層の共軛性を利用してその地域の応力場の復元を行なうことが出来ると同時に、逆に復元された応力場から、その地域に発達する断層の性格を理論的に知ることが可能である (M.P. Billings, 1960; de Sitter, 1956)。

以下、本調査地域に発達する主要断層について試みた。

A. 白坂断層

T-24 ($\sigma_1; 356 \angle 5, \sigma_2; 264 \angle 24, \sigma_3; 98 \angle 66$), I-12 ($\sigma_1; 248 \angle 12, \sigma_2; 156 \angle 6, \sigma_3; 42 \angle 76$) および T-10 ($\sigma_1; 149 \angle 7, \sigma_2; 55 \angle 20, \sigma_3; 263 \angle 69$) より判断すると、 σ_1 および σ_2 にくらべて σ_3 が高角度に働いているのが認められ、gravity fault の要素を示す。一方、T-9 ($\sigma_1; 36 \angle 6, \sigma_2; 136 \angle 54, \sigma_3; 303 \angle 36$) をみると、 σ_2 が σ_1 および σ_3 にくらべて高角度に働いており、strike-slip fault の要素を示している。断層面の slicken side は断層面の傾斜方向に一致している。したがって、白坂断層は、右回りの横ずれ断層の性格をもちながらも、それにくらべて垂直成分のズレが大きかった gravity fault であると考えられる。

B. 烏館断層

T-17 ($\sigma_1; 184 \angle 8, \sigma_2; 93 \angle 18, \sigma_3; 296 \angle 71$) および T-23 ($\sigma_1; 12 \angle 14, \sigma_2; 103 \angle 14, \sigma_3; 264 \angle 76$) より、 σ_1 および σ_2 は低角度の、 σ_3 は高角度の傾斜方位を示している。また、場所的に少し離れているが、T-19 および K-3 をみると、やはり、 σ_1 および σ_2 は低角度の、 σ_3 は高角度の傾斜方位を示している。断層面の slicken side は断層面の傾斜方向に一致している。したがって、烏館断層は gravity fault と考えられる。

C. 相川断層

T-18 ($\sigma_1; 34 \angle 1, \sigma_2; 303 \angle 46, \sigma_3; 124 \angle 44$) から判断すると、 σ_2 および σ_3 の両者がともにやや高角度の傾斜方位で働いているので、gravity fault か strike-slip fault かの判定は困難である。しかしながら、断層面の slicken side は横ずれである。したがって、相川断層はやや strike-slip fault の可能性の方が強いのではないかと思われる。

D. 原木田断層

T-20 ($\sigma_1; 344 \angle 12, \sigma_2; 74 \angle 6, \sigma_3; 190 \angle 78$), T-31 ($\sigma_1; 8 \angle 4, \sigma_2; 277 \angle 26, \sigma_3; 106 \angle 64$) お

よび I-22 (σ_1 : $328/6$, σ_2 : $238/6$, σ_3 : $102/82$) より, σ_1 および σ_2 は低角度の, σ_3 は高角度の傾斜方位を示している. 一方, 断層面の slicken side は断層面の傾斜方向と一致する. したがって, 原木田断層は gravity fault であると考えられる.

E. 住吉断層

I-11 (σ_1 : $108/10$, σ_2 : $200/8$, σ_3 : $330/78$) および I-25 (σ_1 : $200/5$, σ_2 : $290/2$, σ_3 : $38/86$) より, σ_3 は σ_1 および σ_2 にくらべて, 両者とも高角度の傾斜方位を示しており, gravity fault の様相を呈する. 一方, T-16 (σ_1 : $172/9$, σ_2 : $272/48$, σ_3 : $74/41$) をみると横ずれの性格を示す. 断層面の slicken side はすべて断層面の走向方向に一致している. したがって, 住吉断層は一応, 垂直落ちの力よりも横ずれの力が強く働いて生じたものと考えられるが検討を要する. なお, I-11 および I-25 の σ_3 の方向が南北方向に働いており, 調査地域全体のもの (σ_3 は東西方向に働いている) と傾向を異にしている. これは住吉断層によって σ_1 , σ_2 および σ_3 が回転させられたことに起因しているのではないだろうか?

F. 清水断層

I-10 (σ_1 : $34/8$, σ_2 : $128/16$, σ_3 : $274/72$) および T-4 (σ_1 : $196/1$, σ_2 : $287/14$, σ_3 : $106/77$) より, σ_3 が高角度の傾斜方位を示しているのが認められる. 一方, 断層面の slicken side は断層面の傾斜方向に一致している. したがって, 本断層は gravity fault と考えられる.

G 沼ノ内断層

I-9 (σ_1 : $29/6$, σ_2 : $121/6$, σ_3 : $246/82$) および T-5 (σ_1 : $349/18$, σ_2 : $84/16$, σ_3 : $231/72$) より, σ_3 がいづれも高角度の傾斜方位を示しているのが認められる. 一方, 断層面の slicken side は断層面の傾斜方向と一致している. したがって, 沼ノ内断層は gravity fault と考えられる.

以上述べてきた様に, 復元された応力場から, 本地域の主要断層は, 相川および住吉の両断層を除いて, σ_1 および σ_2 が水平的に σ_3 が高角度に作用して生じた gravity fault であることが認められる.

IV-3. せん断面角について

平山・垣見 (1965) は三浦半島長者ヶ崎で, および小玉 (1968) は城ヶ島にて, 正断層のせん断面角 (共軛断層面の面角) を求め, それぞれ 40° および 40° 以下とした. 両氏は, 正断層は相対的に引張りの応力場で形成されるとしている.

本地域にて, 56 地点から求めた正断層系のせん断面角は平均 53° で (Fig.7), 平山・垣見 (1965) および小玉 (1968) の求めた値よりも大きい値を示した. 一般に, 封圧が増大するとともにせん断面角は大きくなることが知られている (星野, 1966 他). これらの事実を考えると, 本地域の正断層系は, 少なくとも, 三浦半島長者ヶ崎, および城ヶ島における正断層よりも, より封圧の大きい条件下にて形成されたといえる. つまり, 相対的に圧縮の応力場にて形成された可能性があり, 検討を要する問題である.

V. まとめ

本調査において小断層の共軛性を利用した応力場の復元を行なったが, 測定地点数が少ないため十分なことは云えないまでも, 前述してきたことをまとめると次のようになる.

1. 本地域に発達する断層はすべて正断層系で, 白坂 A (E-W, $50 \sim 70^\circ$ S), 白坂 B ($N50^\circ \sim 70^\circ$ W, $50^\circ \sim 70^\circ$ S), 烏館 (ENE-WSW, $50^\circ \sim 70^\circ$ S), 住吉 ($N10^\circ \sim 30^\circ$ W, $40^\circ \sim 70^\circ$ E), 湯本 (N-S $\sim N10^\circ$ E, 53° E) の 5 つの断層セットに区分され, 住吉断層セットが strike-slip fault であるのを

Shear Plane Angle	Nos.	%
0° - 9°	0	0
10° - 19°	0	0
20° - 29°	3	5.3
30° - 39°	7	12.5
40° - 49°	11	19.6
50° - 59°	17	30.3
60° - 69°	10	17.8
70° - 79°	6	10.7
80° - 89°	2	3.6
	56	99.8

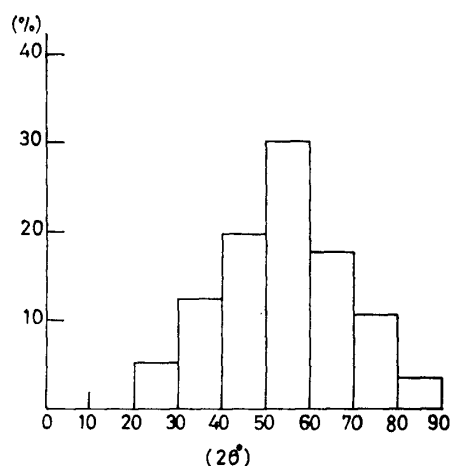


Fig. 7 The angle of the normal shear fractures of 56 localities.

除けば、他の4つの断層セットはいずれも gravity fault である。

2. 小断層の共軛性を利用して本地域の応力場の復元を試みると、三主応力軸の傾斜方位が、本地域における第三系最下部の石城層から最上部の下高久層まで一貫しているのが認められ、 σ_1 はほぼ南北方向 (N30°W~N30°E) にほぼ水平または低角度で、 σ_2 はほぼ東西方向 (N60°W~N60°E) に低角度で、 σ_3 はほぼ東西方向 (N60°W~N60°E) に高角度で作用しているのが認められる。
3. 復元された応力場から、本地域に発達する主要断層のうち、相川および住吉の両断層を除いて、その殆んどが、gravity fault であることが確かめられた。
4. 共軛断層面の面角であるせん断面角を求めると、本地域の正断層系のそれは平均 53° の値を示した。この値は平山・垣見 (1965) および小玉 (1968) が求めた正断層の値 (40° および 40° 以下) より大きい値を示し、本地域の正断層系がより封圧の大きい条件下で形成されたことが示された。
5. 本地域の諸断層は、新第三系下高久層堆積後に代表される隆起運動にもとづいた断裂運動の結果生じた断層であると思われる。

今回の調査は現在の地質状況のもとでの応力解析にとどまっており、そこには時間的な考慮、つまり、地史的な応力解析はなされていない。また、各層の堆積時の応力状態がどのようなものであったかも検討されていない。これらは今すぐ解決される問題ではなく、今後に残された問題である。

文 献

- Asano, K., 1949, Foraminifera from the Asagai Formation (Tertiary) of Fukushima Prefecture, Japan, *Jour. Paleont.*, v. 23, no. 5, p.473~478, 2 text-figs.
- Billings, M. P., 1954, Structural geology, 2nd. ed., Prentice-Hall Inc., New York, 514p.
- de Sitter, 1956, Structural geology, McGraw-Hill Inc., London, 552p.
- 江口元起・庄司力偉, 1953, 常磐炭田における炭層堆積状態の研究 (その1), 茨城県磯原町附近, 地質学雑誌, v. 59, no. 69, p. 99~109, 図1~4, 地質図1.
- , 1955, 常磐炭田における基盤の形態と炭層の発達状態との関係について, 地質学雑誌, v. 61, no. 712, p. 19~29.
- 藤田至則・谷沢新・三梨昂, 1965, 堆積盆地の境界部に発達する断層の研究 (1), 地球科学, no. 76, p. 1-14, 11図1 図版.
- 半沢正四郎, 1957, 東北地方 (日本地方地質誌), 朝倉書店, 368 p.
- Hatai, K. and Kamada, Y., 1950, Fossil evidence for the geological age of the Uchigo Group, Joban Coal-

Field, *Short papers, IGPS.*, no. 2, p.58~73, 1 fig., 3 tabs.

平山治郎・垣見俊弘, 1965, 地層中の応力場の解析法とその実例について, 地球科学, no. 78, p. 23~31, 15 表, 1図版.

Hoshino, K., 1965, Fracture system and natural gas occurrence in the Joban Coal-Field, *Report* no. 210, *Geol. Surv. Japan*, 36p., 19 figs, 3 tabs.

星野一男, 1966, 岩石変形の理論と地質構造要素, 地質学雑誌, v. 73, no. 3, p. 105~116, 13 図, 1 図版.

Hoshino, K., 1967, Fracture system of Oshima island, Kyushu; A study of jointing in brittle sedimentary rocks, *Report* no. 222, *Geol. Surv. Japan*, 53p., 41 figs., 6 pls.

岩井淳一, 1953, 亀ノ尾層中にみられる層間異常, 東北大学理学部地質学古生物学教室邦文報告, no. 42, p. 1~22, 16 図, 3 図版.

垣見俊弘・平山次郎・影山邦夫, 1966, 小断層解析から求めた三浦半島北部の造構的応力場, 地質学雑誌, v. 72, no. 10, p. 469~489, 24 図

Kamada, Y., 1962, Tertiary marine Mollusca from Joban Coal-Field, Japan, *Paleont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, no. 8, p. 1~187, pls. 1~21, text-figs. 1~2, figs. 1~3.

北村信, 1953, グリーンタフにおける第三紀造構運動, 化石, no. 5, p. 123~137, 6 図, 1 表.

小玉喜三郎, 1968, 城ヶ島における小断層解析, 地質学雑誌, v. 74, no. 5, p. 265~278, 7 図, 6 表, 1 図版.

沓沢新・藤田至則, 1967, 仙台地方における中新統の碎屑岩岩脈と面なし断層の成因, 地質学雑誌, v. 73, no. 1, p. 19~34, 7 図, 4 表, 3 図版.

小松直幹・渡辺享, 1968, 小断層より解析した西山油田の地質構造 (予報), 石油技術協会誌, v. 33, no. 3, p. 157~162, 7 図, 1 表.

三井忍, 1967MS, 福島県いわき市中北部 (常磐炭田中部) 地域の層位学および構造地質学的研究, 東北大学理学部地質学古生物学教室修士論文.

中村新太郎, 1913, 常磐炭田第1区石城郡湯本附近地質図ならびに説明書, 地質調査所.

須貝貫二・松井寛, 1957, 常磐炭田地質図説明書 (5 万分の 1), 日本炭田図 I, 143p., 52 図, 59 表, 7 図版, 地質調査所.

渡辺久吉, 1928, 常磐炭田第2区磐城国石城郡赤井村附近地質図ならびに説明書, 地質調査所.

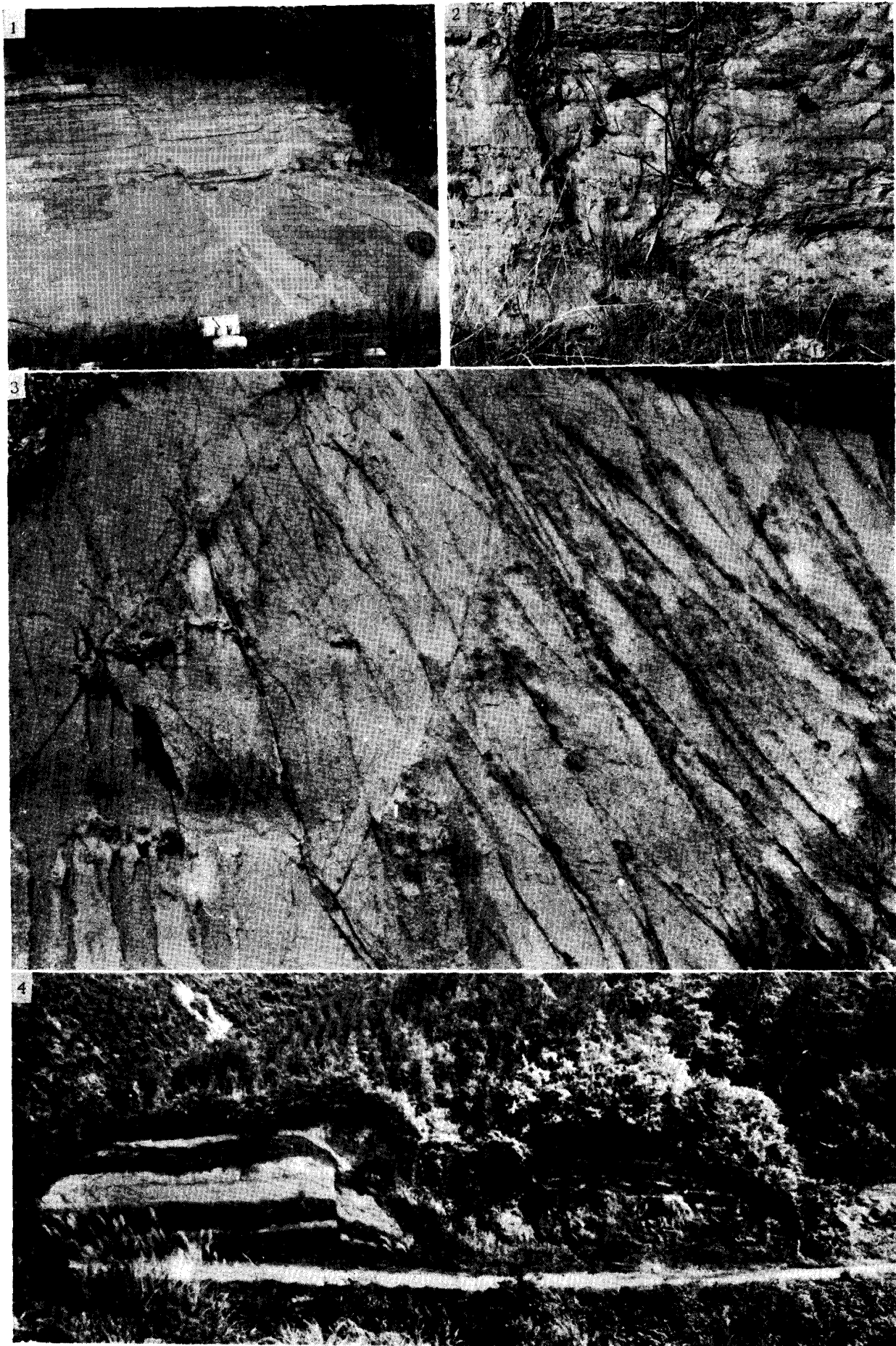
Plate 1 説 明

Fig. 1. Conjugate set of minor faults in the Kamiyata Sandstone Member of the Taira Formation (No. T-26).

Fig. 2. Conjugate set of minor faults in the Iwaki Formation. Locality; Kitayoshima, Yoshima-cho, outside of the area investigated

Fig. 3. Conjugate set of shear joints in the Mizunoya Formation (No. T-19).

Fig. 4. The Shirasaka Fault (dashed line) in a road-cut in Matsukusune-mura, Taira City. The strike and dip of this fault plane are N 60°W and 70°S. The left side of the dashed line is the upper part of the Goyasu Formation and the right side is the Misawa Sandstone Member of the Taira Formation.



Mitsui and Kumagai photo.

Analysis of Minor Faults in the Area between Taira and Onahama

Shinobu Mitsui

Abstract

The purpose of the present paper is to interpret the geologic structure of the area between Taira and Onahama, Joban Coal-field, Fukushima Prefecture, based upon an analysis of the minor faults.

The stratigraphical classification (Sugai and Matsui, 1953, 1957) of the Tertiary rocks distributed in the area between Taira and Onahama is shown in Fig. 3, and briefly outlined below.

The Iwaki Formation, the lowest of the Tertiary stratigraphic units lies with unconformity upon the pre-Tertiary granitic rocks and Abukuma metamorphic rocks. The lower part of the Iwaki is composed mainly of conglomeratic sandstone and coarse to fine grained sandstone intercalated with thin layers of mudstone, conglomerate and coal, whereas the upper part consists of fine to medium grained sandstone.

The Asagai Formation consists of fine to medium grained sandstone intercalating marly concretions with well preserved molluscan fossils. The formation overlies the Iwaki Formation with conformity.

The Shirasaka Formation is composed of massive tuffaceous mudstone showing good development of joints. The Shirasaka Formation overlies the Asagai with conformity and is superposed by the Goyasu with unconformity.

The Goyasu Formation is composed of conglomerate bearing arkose sandstone in the lower part and of fine to medium grained sandstone in the upper. This formation grades upwards into the next younger Mizunoya Formation.

The Mizunoya Formation is an alternation of micaceous mudstone and micaceous and quartz bearing medium grained sandstone. Mudstone is dominant in the lower part and sandstone in the upper. The next younger Kamen-o Formation is conformable with the Mizunoya.

The Kamen-o Formation is composed of purplish gray colored stratified shale intercalated with coarse grained sandstone of 10 cm to 5-6 meters in thickness. This shale becomes diatomaceous in the Nakoso District. Molluscan fossils occur throughout the shale.

The Taira Formation is subdivided into the Kamiyata Sandstone Member, the Honya Mudstone Member and the Misawa Sandstone Member in upward succession and overlies the Kamen-o Formation with conformity.

The Kamiyata Sandstone Member is composed of medium to coarse grained micaceous sandstone with jager patches of coarse grained sandstone and hard sandstone concretions.

The Honya Mudstone Member consists of massive mudstone with molluscan remains and lenses of andesitic tuff and breccia of the Ishimori Tuff breccia Member (Watanabe, 1928). It is thought that this formation represents a regressive facies, for two reasons, the first is because there is no stratigraphic break between the Kamen-o Formation and this formation, and second, because the underlying Kamen-o Formation from paleontological and lithological evidence is a deep sea facies, contrary to the shallow water facies of this formation.

The Misawa Sandstone Member is composed mainly of coarse grained arkose sandstone, a lithofacies typical of a regressive phase. Intercalated in this formation are lenses of rocks of the Ishimori Tuff breccia Member. The Misawa Sandstone Member is overlain by the Kamitakaku Formation with unconformity.

The Kamitakaku Formation is composed of massive conglomeratic and coarse grained sandstone. Marine molluscan fossils are uncommon.

The Numanouchi Formation is composed of pale greenish gray colored fine grained sandstone, and lies upon the Kamitakaku with conformity. Marine molluscan remains are common.

The Shimotakaku Formation is composed of tuffaceous siltstone with marine shells and overlies the Numanouchi Formation with conformity.

The area between Taira and Onahama is known as the North Iwaki Block (Sugai and Matsui, 1957) and is situated in the western wing of the Iwaki Syncline (Sugai and Matsui, 1957) which trends N-S to N 10° W.

The faults responsible for the major geologic structure of the region are known as the Yunotake Fault (Watanabe, 1928) and Shirasaka Fault (Nakamura, 1913). The former is a major fault of WNW-ESE trend with southward dip and separates the pre-Tertiary rocks from the Tertiary ones. The Shirasaka Fault is significant in controlling and being responsible for the depositional trends of the Tertiary sedimentary facies with E-W to N 60°W strike and 60°-70°S dips.

Most of the faults in this area are classified into the Shirasaka A, Shirasaka B, Karasudate, Sumiyoshi and Yumoto fault sets. Of these faults, the Sumiyoshi fault set is a strike-slip fault and all of the others are gravity faults with dip-slip. The characteristics of the sets are shown in Fig. 6.

For the analysis of the principal stress, the writer used M.V. Gzovskii's method as introduced by Hirayama and Kakimi (1965) and applied it to the minor faults.

In the present analysis, two cases were recognized concerning the fault characters, one in the northern part and the other in the southern part of the Shirasaka Fault, a major fault responsible for the structure of the Tertiary rocks.

In the northern part, for example, No. I-7 which is in the Iwaki Formation was analysed and it shows that σ_1 is 354/13, σ_2 is 94/32 and σ_3 is 242/55, and that σ_1 acts nearly in N-S direction and σ_2 and σ_3 in nearly E-W direction. The strike and dip of the bedding plane are N 10° E and 10°E. No. T-6 which is in the Nakayama Formation shows that σ_1 is 352/2, σ_2 is 82/18 and σ_3 is 250/72, and that σ_1 acts nearly in N-S direction and σ_2 and σ_3 in nearly E-W direction. Here, σ_1 shows the maximum principal stress, σ_2 is the intermediate principal stress and σ_3 is the minimum principal stress. The strike and dip of the bedding plane are N 70° W and 10°N. The direction of the principal stress axes are almost the same in the formations from the Iwaki up to the Shimotakaku. Namely, σ_1 acts nearly in N-S direction with low dip, σ_2 is nearly in E-W direction with low dip and σ_3 is nearly in E-W direction with high dip, having no relation to the strike and dip of the bedding plane.

In the southern part as in the northern, the direction of the principal stress axes are almost the same in the formations ranging from the Iwaki up to the Shimotakaku. Namely, σ_1 acts nearly in north-south direction (N 30° E-N 30°W) with low dip, σ_2 is in east-west direction (N 60° W-N 60° E) with low dip, and σ_3 is nearly in east-west direction (N 60° W-N 60° W) with high dip.

From the analysed stress field, it is possible to know the characters of the faults in the area dealt with (M.P. Billings, 1960; de Sitter, 1956).

When the main faults in the investigated area are considered, it is recognized that all the main faults except the Aikawa and the Sumiyoshi are gravity faults with dip-slip, and σ_1 and σ_2 act with low dip and σ_3 acts with high dip.

The angle of the normal shear fractures of 56 localities in this area averages about 53° and this sum is larger than the ones (less than 40°) reported by Hirayama and Kakimi (1965) and Kodama (1968).

In conclusion it may be said that;

1. All the faults in the area between Taira and Onahama are normal faults and can be classified into five sets, namely, Shirasaka A, Shirasaka B, Karasudate, Sumiyoshi and Yumoto. Except for the Sumiyoshi fault set which is a strike-slip fault, the others sets are gravity faults with dip-slip.
2. The three principal stress axes in this area are common in all the formations ranging from the Iwaki up to the Shimotakaku. And σ_1 acts nearly in north-south direction with horizontal or low dip, σ_2 is nearly in east-west direction with low dip, and σ_3 is nearly in east-west direction with high dip.
3. Except for the Aikawa and Sumiyoshi faults, the other main faults in this area are mostly gravity faults with dip-slip.
4. It is thought that the normal faults in this area are caused under higher confining pressures, contrary to the opinion of Hirayama and Kakimi (1965) who state that normal faults are due to tension.
5. It is thought that most of the faults in this area are ones caused by block movement due to uplift after the deposition of the Shimotakaku Formation.